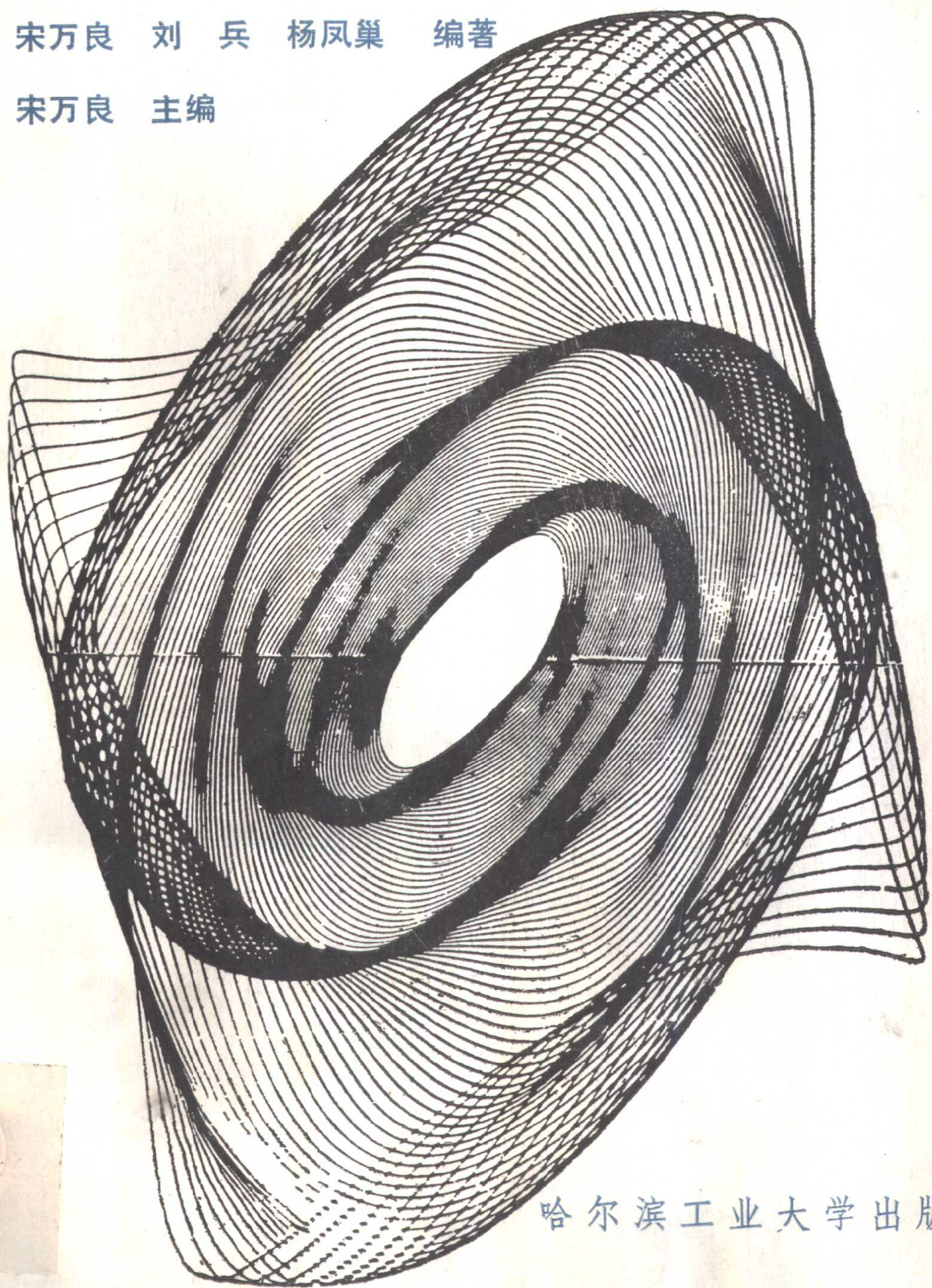


计算机绘图及程序设计

宋万良 刘 兵 杨凤巢 编著

宋万良 主编



哈尔滨工业大学出版社

计算机绘图及程序设计

宋万良 刘 兵 杨凤巢 编著

宋万良 主编

哈尔滨工业大学出版社

内 容 提 要

全书共分九章,主要内容有:图形变换及其程序设计,工程图样的程序设计,截交、相贯及表面展开的程序设计,会话式绘图,“SYLHF”绘图软件包及其应用等,各部分的典型例题都附有 BASIC语言的程序清单。

本书给出的“SYLHF”绘图软件包,含有大量的功能子程序,以供读者直接调用,可以很方便地实现图样的绘制或显示;对初学者的上机实习或者作为基本的“CAD”部分,都是适用的。

本书主要供从事“CAD”的科研和工程技术人员参考,亦可作为计算机绘图及程序设计的教学参考书。

计算机绘图及程序设计

宋万良 刘 兵 杨凤果 编著

宋万良 主编

*

哈尔滨工业大学出版社出版

新华书店首都发行所发行

吉林科技大学印刷厂印刷

*

开本787×1092 1/16 印张13.75 字数314 000

1987年1月第1版 1987年1月第1次印刷

印数 1—5 000

书号 15341·35 定价 2.05元

前 言

计算机技术的最新成就及微机的大量出现,使基本微机“CAD”系统被愈来愈多的人们所重视。计算机绘图作为“CAD”的一个组成部分,研究的深度和应用 的 广 度正在迅速发展着。可以预言,计算机绘图这门新兴学科,不久就会象普通工程制图那样,在工程技术界普及开来。为了加速这一进程,我们编写出这本实用性较强的“计算机绘图及程序设计”一书。

本书共分九章,分别讲述工程图样的程序设计,图形变换,交线,展开,曲线,会话式绘图等的程序设计,绘图软件的库管理,“SYLHF”绘图软件包及其应用,书中的题材,主要取自编者的科研成果,全部例题的程序(清单)均经过运行、试绘验证。

本书给出的“SYLHF”绘图软件包及其图谱,包含了绘制工程图样的全部功能,其中大量的功能子程序均可直接调用,可以很方便地实现图样的绘制或显示;同时,它还可以用于初学者的上机实习或基本的“CAD”设计。本书给出的全部程序分别在APPLE—II和IBM—PC上运行过,均给出了满意的显示与绘制结果。

本书由宋万良主编,其中第一章、第二章及第九章由宋万良编写;第三章、第七章、第八章由杨凤巢编写;“SYLHF”软件包的程序由宋万良、杨凤巢、刘兵编写;第四章、第五章及第六章由刘兵编写。

本书主要供从事“CAD”的科研和工程技术人员参考,亦可作为计算机绘图及程序设计的教学参考书。

由于编者水平所限,书中难免有不妥之处,衷心希望读者批评指正。

编 者

1985.11

目 录

第一章 绪论	(1)
§ 1—1 计算机绘图概述.....	(1)
§ 1—1 计算机绘图在工程中的应用.....	(2)
第二章 计算机绘图系统	(3)
§ 2—1 概述.....	(3)
§ 2—2 自动绘图机.....	(4)
§ 2—3 绘图机的插补原理.....	(5)
第三章 绘图软件	(9)
§ 3—1 概述.....	(9)
§ 3—2 “SYLHF” 绘图软件子程序包介绍.....	(10)
§ 3—3 “SYLHF” 软件的应用说明.....	(10)
第四章 图形变换	(29)
§ 4—1 点和直线的变换.....	(29)
§ 4—2 平面的变换.....	(36)
§ 4—3 齐次坐标变换.....	(39)
§ 4—4 三维图形变换.....	(41)
§ 4—5 三视图及其程序设计.....	(44)
§ 4—6 轴测投影的获得及程序设计.....	(54)
§ 4—7 透视投影的获得及程序设计.....	(60)
第五章 平面曲线的绘制	(68)
§ 5—1 规则曲线的绘制.....	(68)
§ 5—2 曲线拟合.....	(76)
第六章 截交线、相贯线及展开图的绘制	(79)
§ 6—1 平面及回转面的方程.....	(79)
§ 6—2 截交线的程序设计.....	(82)
§ 6—3 相贯线的程序设计.....	(89)
§ 6—4 表面展开的程序设计.....	(101)
第七章 会话式绘图及会话程序段的设计	(109)
§ 7—1 概述.....	(109)
§ 7—2 会话式绘图程序设计的基本要求.....	(109)
§ 7—3 绘制与显示的会话式程序段.....	(110)
第八章 绘图软件的库管理	(144)
§ 8—1 概述.....	(144)
§ 8—2 “SYLHF” 软件的链接结构.....	(144)
§ 8—3 “SYLHF—I” 绘图软件的段链接例.....	(208)
第九章 交互式绘图系统简介	(212)

第一章 绪 论

§1—1 计算机绘图概述

“图样”是工程界的技术语言，是交流技术思想、表达设计意图的有效工具。无论是在工程实践中，还是在科研或教学中，处处都离不开“图”。我国在两千多年前就能绘制相当完善的建筑图样。在古往今来的漫长岁月里，人们绘制的张张工程图样，尽管技巧和手法上有所发展，工具有所改进，但从使用三角板、丁字尺，圆规到应用绘图模板或机械绘图仪，都还是一种手工的操作过程，这种操作过程实际上是一种脑力兼体力的劳动过程，绘图速度慢，精度低，影响产品的更新换代。所以改进绘图工具，研制新的绘图设备，把工程技术人员从繁重的画图劳动中解放出来，一直是人们梦寐以求的愿望。自从有了计算机和计算机应用技术之后，这个愿望终于得以实现。

电子计算机能存储大量数据，并能迅速准确地对数据进行处理和运算，还能通过不同的外部设备，以不同的形式，输出各种信息。把计算机和图形的显示或绘制设备联接起来，就构成了一个计算机绘图系统，利用计算机绘图系统画图称为计算机绘图（COMPUTER GRAPHICS，简称CG）。技术先进的国家（如美国）在五十年代就开始了“图学理论”及其应用的研究，并于1958年试制出自动绘图机。

我国研究自动绘图装置始于六十年代末，并于1968年研制出我国第一台数控绘图机。近十几年来，计算机绘图作为计算机辅助设计（COMPUTER AIDED DESIGN，简称CAD）的一部分，无论是软、硬件的研制，还是在工程中的应用，均发展得相当迅猛，不仅在高等学校和科研单位，就是在一些企业的设计工作中，也已经或者将要使用计算机绘图了。如果把计算机辅助设计和计算机辅助制造（COMPUTER AIDED MANUFACTURING，简称CAM）结合起来，就构成了“设计—绘图—制造”一体化系统，简称“CAD/CAM”系统。

计算机绘图是利用计算机处理“图”与“数”之间信息转换的一门新兴学科，它以工程图学的数学理论为基础，涉及到图学、程序设计、计算机及其外部设备的应用技术、绘图功能软件的研究与开发等方面的综合知识。

最简单的绘图系统如图1—1所示，当把图形或立体“数字化”以后，输入计算机，经过计算机处理，输出给外部设备——显示器或绘图仪，则转变为图形。

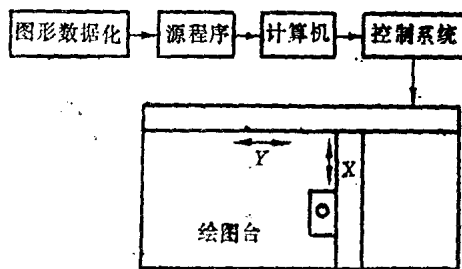


图1—1

§1—2 计算机绘图在工程中的应用

在技术交流中,人们对于图、象、图表的理解往往较理解一大堆数字快得多,而且有些时候,图是不能被其它的信息直接代替的,所以在科学研究或工程实践中,计算机绘图在许多领域中均已得到应用。

1. 船舶制造

由于船体大,且形状较为复杂,所以船舶设计工作中绘图的工作量大而且难。为了解决这个问题,造船业很早就应用计算机绘图系统进行设计计算和绘图。

2. 飞机和汽车制造

和船体一样,飞机和高速汽车外形要根据流体力学和其它力学要求进行设计,因此,外形常常比较奇特,难于绘制。而采用计算机绘图,亦能做到迅速准确,设计周期大为缩短。如美国“波音727”客机,由于采用了计算机辅助设计和计算机绘图,显著缩短了研制时间,生产率提高100%;英国某汽车公司已把计算机辅助设计与自动绘图应用于汽车发动机、传动系统、车身等的设计中。

3. 一般机械制造业

计算机辅助设计和计算机绘图在一般工程制造业中也已经或将要被采用。西德有一厂家对大型锅炉进行多方案设计,采用传统的设计方法,需要十个有经验的设计人员连续工作一年的时间才能完成,而使用计算机辅助设计和计算机绘图,仅用两个人,三个月就完成了。日本东洋电机公司研制出18.5~750kw直流电机的设计软件,从产品的设计计算,到绘制全套图纸和编写设计说明书,均由CAD完成。

CAD技术(包括计算机绘图)在模具设计中也得到了应用,美国通用汽车公司研制了CAD—I型设计系统,用以设计各种冲压模具。苏联仪表工业部研制了锻模的自动设计程序“AUTO—SHTAMPIP”,该程序有17种变型,使仪表工业部所需要锻模的95%和仪表制造所需模具的42%都可以用这些程序进行设计与绘图。捷克、日本等国家也都建立了自己的模具设计程序库。

第二章 计算机绘图系统

§2—1 概 述

计算机绘图系统系由硬件和软件两大部分组成。硬件部分包括电子计算机、自动绘图机、打印机和其它形式的输入、输出设备。软件部分就是实现自动绘图的程序库。

计算机是计算机绘图系统的中枢，它接收输入设备传递给它的数据、公式、指令等，通过分析、判断、运算处理，输送给外部设备，进行显示、修改、补充，再输出最终结果。作为绘图系统的控制机，有用大型计算机的，也有用小型计算机或微机的。目前，由于小型计算机和微机外存容量（磁盘、磁带）的扩大，用小型计算机，特别是用微机作为计算机绘图系统的控制机比较适用。

按照绘图机在工作时是否与主计算机（指大型计算机）相连，计算机绘图系统分类如下。

1. 联机绘图系统

所谓联机绘图系统，就是在绘图过程中，计算机始终与绘图机联接，如图 2—1 所示。这种系统的好处是当程序输入计算机后，打入执行命令，就能马上看到图形，而且修改方便。它的缺点是以机械速度移笔的绘图机在工作时总滞后于高速运算的计算机，所以后者经常处于等待状态，得不到充分利用，这是一种浪费。一般联机系统用微机控制较好，只是功能低一些。

2. 脱机绘图系统

所谓脱机绘图系统，就是主计算机作出“数”与“形”的转换处理之后，把信息存入中间载体一磁带或磁盘，当需要绘图时，再将中间载体上的信息通过输入设备输送给绘图机，如图 2—2 所示。

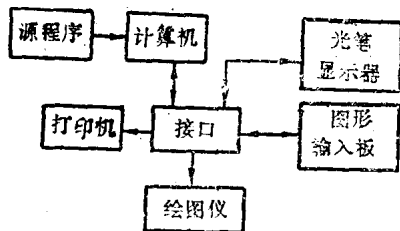


图2—1 联机工作系统示意图

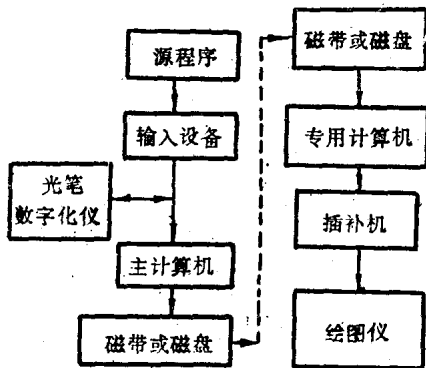


图2—2 脱机系统示意图

按照绘图软件的功能和外部设备的特点又有:

(1) 会话式绘图系统

这种会话式绘图系统,是使用一种灵活多变的绘图程序库,根据图形的特点和尺寸,在键盘上键入一定的参数和指令就可作出所需要的各种图形。它的功能较全,效率也很高。

会话式绘图程序包“SYLHF”就属此类。

(2) 交互式绘图系统

现在一般所说的“CAD”系统,都具有交互式绘图能力。有关这一部分内容,请参阅第九章。

§2—2 自动绘图机

自动绘图机的种类很多,根据其工作特点,可分如下两大类。

1. 滚筒式绘图机

图2—3是滚筒式绘图机示意图。图纸卷在滚筒上,当X方向步进电机通过传动机构带动滚筒旋转时,就形成了笔的X方向移动;当Y方向步进电机有脉冲信号输出时,笔架作Y方向移动。

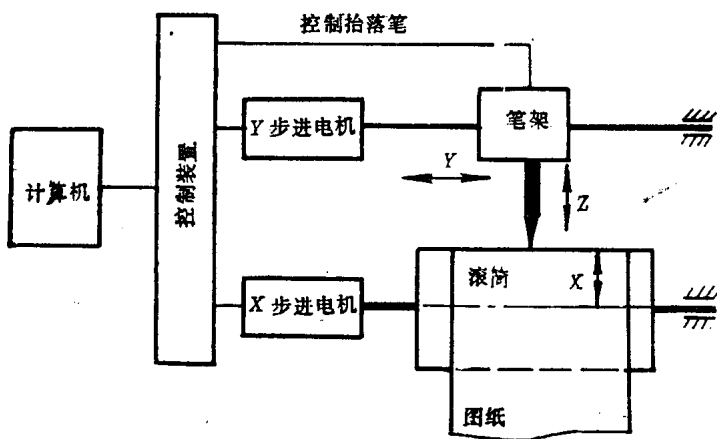


图2—3

这种绘图机所绘图形的大小,在Y方向受滚筒长度的限制,而X方向的长度则不受约束。其结构紧凑,简单,体积小,但绘图精度不高。

2. 平台式绘图机

图2—4为平台式绘图机示意图。绘图台面为一固定平板,其上设有横梁,由电机驱动在导轨上作X方向运动,横梁上装有笔架,它带动画笔沿横梁作Y方向移动,X、Y运动的合成就可以画二维图形。

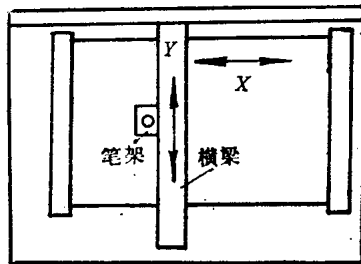


图2—4

§2—3 绘图机的插补原理

因为绘图机在工作时，靠笔的X、Y方向运动而画线，所以它不能画出理想的斜线和曲线，只能用“锯齿形”的折线去逼近。

如图2—5所示，画笔可能在八个方向移动，其中只有沿正、负X和正、负Y四个基本方向画出理想直线；另外四个倾斜方向所画出的线，微观上看去都象图2—6那样。当画笔每走一步的步距（步长）很小时，用肉眼宏观上看去，阶梯并不明显。画曲线也是这样。

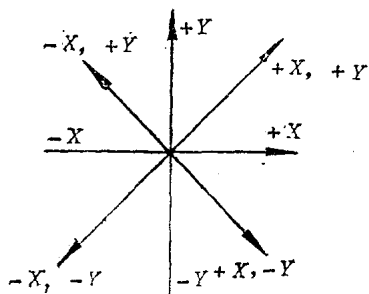


图2—5

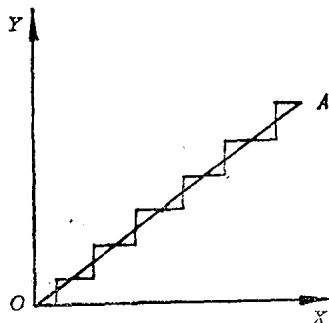


图2—6

在图2—6中，笔从O画到A，要走很多步，相当于在OA线段上插入很多点，这些点，实际上是笔每走一步的“暂时终点”。在“暂时终点”处，绘图机要根据笔在此处的X、Y坐标，确定下一步应向某方向走才能以最小的误差去逼近理想直线。这种把画直线分解为画许多小折线段，并根据每一小段终点坐标来确定下一步走向的全过程，称为插补原理。

一、直线的插补

如图2—7，要在第一象限内画一直线OA，直线两端点的坐标为 (X_o, Y_o) 、 (X_a, Y_a) ，某一时刻笔所处的位置M的坐标为 (X_m, Y_m) ，则M点的位置相对直线OA而言，有三种可能：M点在OA的上方；M点在OA上；M点在OA下方。

OA的斜率为

$$Y_o/X_o = \operatorname{tg} \alpha_o \quad (2-1)$$

OM的斜率为

$$Y_m/X_m = \operatorname{tg} \alpha_m \quad (2-2)$$

(2-2) - (2-1) 得：

$$\frac{Y_m}{X_m} - \frac{Y_o}{X_o} = \operatorname{tg} \alpha_m - \operatorname{tg} \alpha_o$$

或

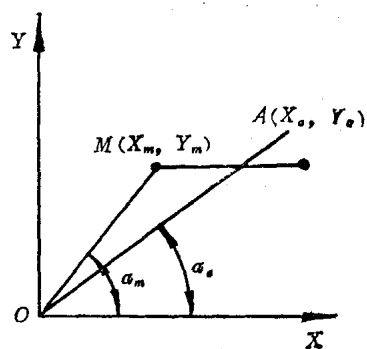


图2—7

$$\frac{X_a Y_m - X_m Y_a}{X_a X_m} = \operatorname{tg} \alpha_m - \operatorname{tg} \alpha_a$$

设 $F_m = X_a Y_m - X_m Y_a$, 则上式变为

$$\frac{F_m}{X_a X_m} = \operatorname{tg} \alpha_m - \operatorname{tg} \alpha_a \quad (2-3)$$

由(2-3)式可知: 当M点在直线OA上时, 根据 $\operatorname{tg} \alpha_m = \operatorname{tg} \alpha_a$, 可断定 $F_m = 0$; 当M点在OA线上方时, 根据 $\operatorname{tg} \alpha_m - \operatorname{tg} \alpha_a > 0$, 可断定 $F_m > 0$; 同理, 当M点在OA线下方时, 则 $F_m < 0$ 。

由于根据 F_m 值的“符号”就能知道M点此刻是处在什么方位, 进而确定下一步的走向, 所以把

$$F_m = X_a Y_m - X_m Y_a \quad (2-4)$$

称为偏差判别式。

当 $F_m = 0$ 时, 笔在理想直线上。为了明确下一步笔的走向, 规定把这种情况当作 $F_m > 0$ 来处理。

对第一象限内的直线, 插补时规定:

当 $F_m \geq 0$ 时, 笔沿X方向走一步, 用 $+\Delta X$ 表示;

当 $F_m < 0$ 时, 笔沿Y方向走一步, 用 $+\Delta Y$ 表示。

为了便于计算和应用, 对偏差判别式可以作进一步简化:

当 $F_m \geq 0$ 时, 笔沿 $+X$ 方向移一个单位的步长 (即步长等于1) Y方向不变, 移动后的坐标为

$$X_{m+1} = X_m + 1$$

$$Y_{m+1} = Y_m$$

新偏差为〔根据式(2-4)〕:

$$\begin{aligned} F_{m+1} &= X_a Y_{m+1} - X_{m+1} Y_a \\ &= X_a Y_m - (X_m + 1) Y_a = F_m - Y_a \end{aligned} \quad (2-5)$$

当 $F_m < 0$ 时, 笔沿 $+Y$ 方向移动一个单位步长, 移动后的坐标为

$$X_{m+1} = X_m$$

$$Y_{m+1} = Y_m + 1$$

新偏差为

$$\begin{aligned} F_{m+1} &= X_a Y_{m+1} - X_{m+1} Y_a \\ &= X_a (Y_m + 1) - X_m Y_a \\ &= F_m + X_a \end{aligned} \quad (2-6)$$

从(2-5)、(2-6)式可以看出, 直线的插补运算只有加、减。处在此刻位置 (暂时终点) 的笔, 下一步的走向可根据前一步的偏差值 F_m 和终点坐标 X_a 或 Y_a 来推断; 而是否达到终点是利用从起点到终点某个方向的总步数来确定的。通常规定, 当 $Y_a > X_a$ 取Y向的总步数, 反之, 取X向的总步数。

插补运算分四个环节:

1. 偏差判别, 判别前一步的偏差 F_i 的符号 (≥ 0 或 < 0)。

2. 确定走向(是 $+\Delta X$ 还是 $+\Delta Y$)。

3. 计算这一步走完后的新偏差 T_{i+1} 。

4. 终点判断。若 $Y_a > X_a$, 取总步数 $\Sigma_0 = Y_a$; 若 $X_a > Y_a$, 则取总步数 $\Sigma_0 = X_a$ 。

例2—1 已知点 $O(0, 0)$, $A(4, 5)$, 试对直线进行插补运算。

解:

设步长为1, 由已知条件得:

$X_0 = 0, Y_0 = 0, X_a = 4, Y_a = 5$

取笔的走向为基本方向 x (每走一步 $\Delta X = 1$) 或 Y (每走一步 $\Delta Y = 1$), 其插补运算如下表。

直线的插补过程

步 数	偏差判别	走 向	偏 差 计 算	终点判断
起 点			$F_0 = 0 \quad (X_a = 4, Y_a = 5)$	$\Sigma_0 = 5$
1	$F_0 = 0$	$+\Delta X$	$F_1 = F_0 - Y_a = 0 - 5 = -5$	$\Sigma_0 = 5$
2	$F_1 < 0$	$+\Delta Y$	$F_2 = F_1 + X_a = -5 + 4 = -1$	$\Sigma_1 = 5 - 1 = 4$
3	$F_2 < 0$	$+\Delta Y$	$F_3 = F_2 + X_a = -1 + 4 = 3$	$\Sigma_2 = 4 - 1 = 3$
4	$F_3 > 0$	$+\Delta X$	$F_4 = F_3 - Y_a = 3 - 5 = -2$	$\Sigma_2 = 3$
5	$F_4 < 0$	$+\Delta Y$	$F_5 = F_4 + X_a = -2 + 4 = 2$	$\Sigma_3 = 3 - 1 = 2$
6	$F_5 > 0$	$+\Delta X$	$F_6 = F_5 - Y_a = 2 - 5 = -3$	$\Sigma_3 = 2$
7	$F_6 < 0$	$+\Delta Y$	$F_7 = F_6 + X_a = -3 + 4 = 1$	$\Sigma_4 = 2 - 1 = 1$
8	$F_7 > 0$	$+\Delta X$	$F_8 = F_7 - Y_a = 1 - 5 = -4$	$\Sigma_4 = 1$
9	$F_8 < 0$	$+\Delta Y$	$F_9 = F_8 + X_a = -4 + 4 = 0$	$\Sigma_5 = 1 - 1 = 0$

其它象限的直线插补运算原理与第一象限一样, 只是走向不同。

二 圆弧的插补

如图2—8, 圆弧 $\widehat{AB}$ 位于第一象限, 其始点为 $A(X_a, Y_a)$, 终点为 $B(X_b, Y_b)$, 任一时刻笔所处的位置为 $M(X_m, Y_m)$, 则 M 点相对圆弧 $\widehat{AB}$ 可能有三种位置: M 在 $\widehat{AB}$ 外侧, M 在 $\widehat{AB}$ 上, M 在 $\widehat{AB}$ 内侧。

设

$$F_m = X_m^2 + Y_m^2 - R^2$$

当 M 点在 $\widehat{AB}$ 外侧时

$$F_m = X_m^2 + Y_m^2 - R^2 > 0$$

当 M 点在 $\widehat{AB}$ 上时

$$F_m = X_m^2 + Y_m^2 - R^2 = 0$$

当 M 点在 $\widehat{AB}$ 内侧时

$$F_m = X_m^2 + Y_m^2 - R^2 < 0$$

如上所示, $F_m = X_m^2 + Y_m^2 - R^2$ 就是圆弧插补运算的偏差判别式。

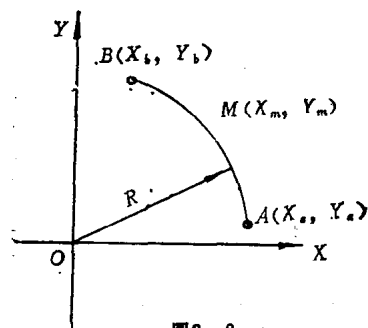


图2—8

对于在第一象限逆时针画圆弧时, 规定: 当 $F_m \geq 0$ 时, 笔沿 $-X$ 方向走一步, 用

- ΔX 表示；当 $F_m < 0$ 时，笔沿+Y方向走一步，用+ ΔY 表示。

为了便于计算，偏差判别式作如下变形：

当 $F_m \geq 0$ 时，笔沿-X方向移动一个单位步距，移动后的坐标为

$$X_{m-1} = X_m - 1 \quad Y_{m-1} = Y_m$$

新偏差为

$$\begin{aligned} F_{m-1} &= X_{m-1}^2 + Y_{m-1}^2 - R^2 \\ &= (X_m - 1)^2 + Y_m^2 - R^2 = F_m - 2X_m + 1 \end{aligned} \quad (2-7)$$

当 $F_m < 0$ 时，笔沿+Y方向移一个单位的步距，移动后的坐标为

$$X_{m+1} = X_m$$

$$Y_{m+1} = Y_m + 1$$

新偏差为

$$\begin{aligned} F_{m+1} &= X_{m+1}^2 + Y_{m+1}^2 - R^2 \\ &= X_m^2 + (Y_m + 1)^2 - R^2 \\ &= F_m + 2Y_m + 1 \end{aligned} \quad (2-8)$$

(2-7)和(2-8)式表明，圆弧插补就是根据前一步的偏差值(F_m)和坐标(X_m 或 Y_m)算出新偏差值(F_{m-1} 或 F_{m+1})，进而推知下一步的走向。

例2-2，对第一象限圆弧 $\widehat{AB}$ ，沿逆时针方向进行插补运算，圆心为 $O(0, 0)$ ，始点为 $A(5, 0)$ ，终点为 $B(3, 4)$ ，半径 $R = 5$ 。

取笔每走一步的步长为1，其插补运算过程如下表：

步数	偏差判别	走 向	偏 差 计 算	终点判别
起点			$F_0 = 0 \quad X_b = 3, Y_b = 4$ $X_0 = X_a = 5, Y_0 = 0$	$Y_b > X_b$ $\therefore \Sigma_0 = Y_b = 4$
1	$F_0 = 0$	$-\Delta X$	$F_1 = F_0 - 2X_0 + 1 = 0 - 2 \times 5 + 1 = -9$ $X_1 = X_0 - 1 = 5 - 1 = 4$ $Y_1 = Y_0 = 0$	$\Sigma_0 = 4$
2	$F_1 < 0$	$+\Delta Y$	$F_2 = F_1 + 2Y_1 + 1 = -9 + 0 + 1 = -8$ $X_2 = X_1 = 4$ $Y_2 = Y_1 + 1 = 0 + 1 = 1$	$\Sigma_1 = 4 - 1 = 3$
3	$F_2 < 0$	$+\Delta Y$	$F_3 = F_2 + 2Y_2 + 1 = -8 + 2 \times 1 + 1 = -5$ $X_3 = X_2 = 4 \quad Y_3 = Y_2 + 1 = 1 + 1 = 2$	$\Sigma_2 = 3 - 1 = 2$
4	$F_3 = 0$	$+\Delta Y$	$F_4 = F_3 + 2Y_3 + 1 = -5 + 4 + 1 = 0$ $X_4 = X_3 = 4$ $Y_4 = Y_3 + 1 = 2 + 1 = 3$	$\Sigma_3 = 2 - 1 = 1$
5	$F_4 = 0$	$-\Delta X$	$F_5 = F_4 - 2X_4 + 1 = 0 - 8 + 1 = -7$ $Y_5 = X_4 - 1 = 4 - 1 = 3$ $Y_5 = X_4 = 3$	$\Sigma_3 = 1$
6	$F_5 < 0$	$+\Delta Y$	$F_6 = F_5 + 2Y_5 + 1 = -7 + 2 \times 3 + 1 = 0$ $X_6 = X_5 = 3$ $Y_6 = Y_5 + 1 = 3 + 1 = 4$	$\Sigma_4 = 1 - 1 = 0$

第三章 绘图软件

§3—1 概 述

绘图软件的品种很多,不同的绘图系统,软件也有所不同。为了给初学者提供一个较为方便的应用软件,在这里仅就“SYLHF”绘图软件加以说明。

“SYLHF”绘图软件是专门为最基本的微机“CAD”开发的,整个软件均采用BASIC高级语言。“SYLHF”软件系统分为两类:第一类为“SYLHF-A”;第二类为“SYLHF-I”。前者与APPLE-Ⅱ微机、显示器、小型绘图仪相配;后者与IBM-PC微机、显示器、小型绘图仪相配。倘若还有图形输入板和触笔作为输入手段,则显然更为理想。在有些情况下,由于受到条件的限制,以至于不具备图形输入板及触笔,甚至于连自动绘图仪也不具备的情况下(当然这是一个假定),则绘图工作可以应用“SYLHF”软件实现图形的屏幕输出。但是,绘制图形的显示范围及输入的数据均应在规定的作图区范围内,特别是图形的输出方向:“水平轴”(面对屏幕观察)由左向右为正方向;“铅垂轴”由上向下为正方向;“原点”在屏幕的左上角。“SYLHF”的另一个应用就是与自动绘图仪配合,使输出的图形绘制在绘图纸上(详见以后各章例图)。因此,“SYLHF”绘图软件是一个适于图形显示及绘制的应用软件。

“SYLHF”软件属于一个组合软件系统,具有“菜单”显示,可以采用对话式作业,使用起来十分方便,特别是对于工程图样的绘制更是如此。因为它具有全部“机械制图”的绘图“元素”,所以可以很方便地绘制机械设计的零件图、装配图,并可以完整地标注尺寸、公差、表面粗糙度符号等(见第七章图例)。

启动“SYLHF”,首先运行主程序——“菜单”程序,它将清楚地屏幕上显示“菜单”。与此同时申请回答,即是否要绘制“菜单”上具有的内容。若回答为“真”,则转入运行“开关”程序,此时只要输入作业号码,就按作业号码执行作业程序。绘制结束后,将自动返回“菜单”主程序,等待回答“真”与“否”,若回答为“否”,则程序结束。由此可见,“SYLHF”是一个具有连续绘制功能的综合应用软件。

应当指出,应用“SYLHF”软件绘制图样前,也就是在将要开始绘图的时候,是没有任何图样的(除非复制一张图样)。图样均由作业者通过现场作业来获得。对于现场作业的全部数据,由于“SYLHF”软件设有“数据保留”,故允许把会话式绘制图样的数据转入“SYLHF”之中。此后,在任何时候,只要运行“SYLHF”的该段程序,则可极快地在图纸上再现“数据保留”的图样。因此,图样可以完整地以文件形式保存起来,供随时调用。正因为如此,可以认定“SYLHF”软件具有二次生成软件的功能。也就是说可以由“SYLHF”的二次生成软件功能来实现其图样的绘制。尽管这种方法尚须更进一步完善,但它无疑是最基本的、适用的。

以上简要地说明了“SYLHF”绘图软件。较为详细地说明及应用实例可见第七章。

§3—2 “SYLHF”绘图软件子程序包介绍

一 显示系统

若图形的输出系在显示屏上提供,则“SYLHF”软件具有以下的功能。

- (1) 在选定的位置上画一条线段;
- (2) 在选定的位置上,画一个由实线段组成的封闭或不封闭的几何图形;
- (3) 在选定的位置上画一个实线圆;
- (4) 在选定的位置上画一个同心圆;
- (5) 在选定的位置上画点划线;
- (6) 在选定的位置上画虚线线段;
- (7) 在选定的位置上画一个箭头(方向可以按要求给定);
- (8) 在选定的位置上画一个“单方向箭头”;
- (9) 在选定的位置上画一个“双方向箭头”;
- (10) 在选定的位置上画一个虚线圆;
- (11) 在选定的位置上画虚线同心圆;
- (12) 在选定的位置上画一个由虚线段组成的封闭或不封闭的几何图形;
- (13) 在选定的位置上画任意方向的椭圆;
- (14) 在任意选定的位置上画任意边数的正多边形;
- (15) 在任意选定的位置上按给定的长度绘制双点划线;
- (16) 在选定的位置上画点划线圆;
- (17) 在选定的位置上画双点划线圆;
- (18) 在选定的位置上画具有分度值的直角坐标系。

二 绘图系统

它除具有上面的诸项功能外,尚可以根据图样的要求完成以下功能:标注尺寸,公差,形位公差及打印字符等。特别对于机械工程图样,“SYLHF”软件均可进行绘制。

§3—3 “SYLHF”软件的应用说明

如前所述,在开始绘制前,是没有图样的,所以下面就从“对话式”工作方式谈起,并以绘制系统为例加以说明。

所谓绘制系统就是由微型计算机、图形输出设备(如自动绘图仪)等组成的系统。“SYLHF”为一个“链接”系统,包括含有二十八个功能子程序的二十个子程序包、主程序“菜单”、“开关”程序,共计二十二个单元。每一个绘图功能子程序均包含在相应的子程序包内,也就是说,子程序包内含有一个或几个绘图功能子程序。

为了下文叙述方便,在此约定:主程序代号为YA;功能子程序包代号为YK1—YK20。

“SYLHF”软件系统可以以“链接”方式运行,亦可以以各功能子程序包为单元独立运行。在独立运行的情况下,可以返回主程序,当然,也可以不返回主程序,这只要在决定运行方式之后加以适当控制即可。

下面就YK1至YK20功能子程序包分别加以说明。

— YK1——在给定的位置上绘制一实线段

1. 按给定线段的起点坐标、长度和倾角绘制线段(图3—1)

若运行“SYLHF”软件系统的“YK1”链,则给出以下信息: A\$=? 此时若键入H,则表示只在屏幕上显示;若键入F,则表示在自动绘图仪上绘制。

接着再给出如下信息: K1=?

K₁可选值,1,2,3,4。若K₁=1,则“YK1”将执行在任意位置(X,Y)上,按线段的长度、倾角绘制线段。

例如,当输入K₁=1时:

屏幕显示X1(I1)=? 输入600

屏幕显示Y1(I1)=? 输入2250

屏幕显示L2(I1)=? 输入300

屏幕显示B2(I1)=? 输入0。

绘出如图3—1所示的线段 $\overline{AB}$ 。

其中A点的坐标为(600, 2250), $\overline{AB}$ 线段的长度为30mm, 与X轴的夹角为零度。

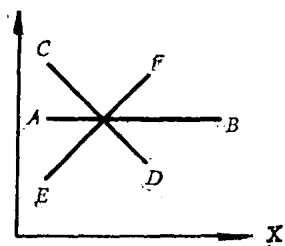


图3—1

这里要说明的是,角度单位以度数计,倾角的大小由X轴正向沿逆时针算起计值,线段的长度以毫米计,而输入长度及坐标值的单位均为毫米的十分之一,这是考虑到自动绘图仪(如FWX4675)是以毫米的十分之一为单位的。

由图3—1可以看出:

$$A(X1(I1), Y1(I1)) = A(600, 2250)$$

$$\overline{AB} = L2(I1) = 300$$

$$\overline{AB} \text{ 与 } x \text{ 轴的夹角 } B2(I1) = 0$$

显然,第一条线段给出后,由于采用的是“会话式”作业方式,则又回到输入状态,并再次给出以下信息(左列显示,右列回答):

显示	输入
X1(I1)=?	600
Y1(I1)=?	2350
L2(I1)=?	250
B2(I1)=?	315

绘出线段 $\overline{CD}$ 同样可以绘出线段 $\overline{EF}$ (图 3—1)。

若输入信息为零, 则转入“YK1”链的数据保存状态。此时可以将上面用作绘图的数据存入“YK1”中, 启动程序, 显示:

K1 = ?

输入 2, 则可以将上述图形自动绘出。因此, K1 = 2 是 K1 = 1 的数据记存程序, 是一个二次生成软件。

2. 按给定线段的起点、终点坐标绘制线段 (图 3—2)

当显示 K1 = ? 时, 若输入 3, 并根据下列的显示作相应回答, 就可画出线段, 例如:

显示	输入
X1(I1) = ?	600
Y1(I1) = ?	1750
X2(I1) = ?	900
Y2(I1) = ?	1750

绘出的线段为图 3—2 的 $\overline{AB}$ 。

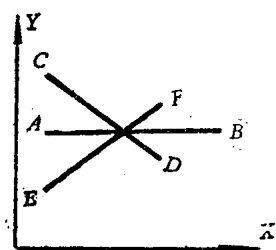


图3—2

由图 3—2 可以看出:

$A(X1(I1), Y1(I1)) = A(600, 1750)$

$B(X2(I1), Y2(I1)) = B(900, 1750)$

又如

显示	输入
X1(I1) = ?	600
Y1(I1) = ?	1850
X2(I1) = ?	800
Y2(I1) = ?	1700

此时绘出线段 $\overline{CD}$; 同样可绘出线段 $\overline{EF}$ (图 3—2)。

同样, 若输入均为零, 则转入“YK1”链的数据保存状态, 此时可以将给定的线段起点、终点的坐标数据存入程序; 若再启动程序“YK1”, 显示 K1 = ?; 输入 4, 则可以将图 3—2 上的线段绘出。

由此可见, “YK1”具有两种绘制线段的功能。此两种方式虽各有不同, 但本质一样; 仅在某些场合下, 选择其中某种方式, 可能更方便些。同时, 含有数据永久性保留程序段, 可以生成“二次软件”, 这往往就是所需要的辅助设计文件。

二 YK2——在选定的位置上画一个由实线段组成的非封闭的几何图形或封闭多边形

1. 按给定的起点坐标和陆续给定的线段的长度、角度连续绘制线段 (图3—3)

若运行“SYLHF”中的“YK2”链, 则给出信息: $\Delta \phi = ?$, 此时若键入 F, 又显示 K1 = ? 输入 1, 并对下面一系列显示作出相应地回答, 亦即